طراحی مدل برآورد تعداد و توزیع ناوگان بار (کامیون) مورد نیاز در حمل‌ونقل بین شهری و نحوه توزیع بهینه آن (مطالعه موردی: استان فارس و خوزستان)

مقاله علمی- پژوهشی

مرتضی شفیعی*، دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
سعیده اکبرپور، دانشجوی دکتری، دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
سارا بمانا، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ma.shafiee277@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۳- پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۵
صفحه ۹۲-۷۹

چکیده
حمل‌ونقل جاده‌ای در کشور با بیش از ۹۰ درصد سهم جابه‌جایی، مهم‌ترین بخش حمل‌ونقل را تشکیل می‌دهد. هدف اصلی این مقاله برآورد تعداد و توزیع ناوگان باری جاده‌ای بین شهری و نحوه توزیع بهینه آن در استان‌های فارس و خوزستان که سهم بیشتری در حمل‌ونقل کشور را داشته است، هست. ابتدا کلیاتی از مسئله و اهمیت برآورد تعداد و توزیع ناوگان باری بیان گردیده شد و سپس با بررسی مطالعات گذشته، تقاضا در حمل‌ونقل و الگوهای برآورد تقاضا توضیح داده شدو از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره با رویکرد برنامه‌ریزی عدد صحیح چندهدفه برای حل مسئله استفاده شد. داده‌های مورد نیاز پس از جمع آوری وارد مدل مسئله شد و مدل با استفاده از نرم‌افزار Gams اجرا گردید و مشخص گردیده شد که برای دو استان مورد نظر پژوهش (استان‌های فارس و خوزستان) تعداد ۵۵۵۰ دستگاه ناوگان باری جاده‌ای مورد نیاز است، که از این تعداد ۲۷۰۰ دستگاه ناوگان باری در استان فارس و تعداد ۲۸۵۰ دستگاه ناوگان باری در استان خوزستان باید توزیع شود.

واژه‌های کلیدی: ناوگان باری جاده‌ای، برآورد ناوگان باری، حمل‌ونقل بین شهری، توزیع بهینه

۱- مقدمه

با توسعه جوامع بشری و گسترش روابط اجتماعی و اقتصادی کشورها، حمل‌ونقل به عنوان یکی از ارکان اساسی شاخص رشد اقتصادی و توسعه اجتماعی مطرح هست. تا سال ۱۹۹۶ حدود ۴۹ درصد از وام‌های بانک جهانی به حمل‌ونقل اختصاص می‌یافت. در هر کشور با توجه به شرایط جغرافیایی، اقلیمی و توانمندی‌های اقتصادی و زیرساخت‌های خود، یکی از روش‌های حمل‌ونقل؛ زمینی، هوایی و دریایی استفاده می‌شود (احدی، صادقی‌کیا و امیدوار،۱۳۸۸). در واقع هریک از شیوه‌های حمل‌ونقل ویژگی‌های خاصی دارد که آن‌ها را در برنامه‌ریزی کلان اقتصادی از همدیگر متمایز می‌کند که از جهاتی مکمل و از جهاتی رقیب یکدیگرند. برای مثال کشورهایی که در میان آب‌ها محصورند، حمل‌ونقل دریایی پیشرفته‌تری دارند؛ یا کشورهایی که در محاصره خشکی هستند از وسایل نقلیه زمینی و هوایی بیشتری استفاده می‌کنند. اما بدون تردید بخش حمل‌ونقل زمینی در همه کشورها روند رو به رشد و سریعی داشته است و سهم آن در انتقال بار و

مسافر افزایش یافته است (فطرس، صحرایی و یاوری، ۱۳۹۳). در کشور ایران نیز حمل‌ونقل کالا از طریق جاده، به دلایل انعطاف‌پذیری در انتخاب مسیر و مقدار کالا، تعداد دفعات بارگیری کم‌تر، کنترل دائمی روی کالا در طی مسیر و سهولت دسترسی به مراکز تولید و جذب، در دسترس بودن وسیله نقلیه، زمان کم‌تر در رسیدن کالا به مقصد به ویژه برای حمل کالاهای فاسدشدنی وگران‌قیمت، گسترش شبکه راه‌های کشور، عدم گسترش شبکه سراسری راه آهن (به دلیل کوهستانی بودن قسمت عمده کشور)، حمل کالاهای ترافیکی و ده‌ها مزیت دیگر موجب شده است که درصد بسیار بالایی از حمل‌ونقل را به خود اختصاص دهد(فصل دوم سالنامه آماری حمل‌ونقل ۱۳۹۶). از طرفی دیگر اطلاع از میزان جابه‌جایی در سیستم حمل‌ونقل، یکی از مهمترین اطلاعات مورد نیاز برای هر برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت در زمینه حمل‌ونقل است. هرگونه برنامه‌ریزی بدون داشتن برآوردی صحیح و قابل قبول از میزان تقاضا ممکن است دچار تزلزل و احیانا تصمیم‌گیری‌های نادرست شود که در بلندمدت پیامدهای منفی در زمینه‌های اقتصادی و اجتماعی به بار می‌آورد (محرابیان ،۱۳۹۱). تجارت و حمل ونقل دو پدیدهٔ جدایی ناپذیرند، زیرا خدمات حمل ونقلی کارآمد، شرط لازم برای انجام تجارت موفق است. شرکت‌های حمل ونقلی که عمدتاً عهده‌دار این وظیفه‌اند، با ارایه خدمات ترابری و جابجایی کالا از مبادی تولید سفر به مقاصد مورد نظر، چرخه اقتصادی کشور را به جریان می‌اندازند. بنگاه شرکت‌های حمل‌ونقلی جاده‌ای با داشتن امکانات و با توجه به قوانین وضع شده به جابجایی کالا می‌پردازند، بنابراین سود ناشی از این فعالیت به میزان کالای حمل شده وابسته است که ارتباط مستقیم با تعداد و نوع ناوگان خودرویی دارد. حال اگر به یک بنگاه حمل ونقل جاده‌ای در یک بازه زمانی، پروژه‌های حمل بار پیشنهاد شود، به علت محدودیت‌های موجود، توان حمل ونقلی بنگاه فقط به تعدادی از گزینه‌ها تخصیص خواهد یافت. بنابراین، انتخاب اقتصادی‌ترین حالت از ترکیب پروژه‌ها برای تصمیم‌گیران شرکت اهمیت بسزایی دارد. متأسفانه در کشور ما به مسائل موجود در حمل ونقل به ویژه از دیدگاه برنامه‌ریزی و نرم‌افزاری توجه کمی می‌شود، به طوری که شرکت‌های حمل و نقلی که یکی از ارکان اصلی سیستم حمل ونقل کشورند، اکثراً به صورت سنتی اداره می‌شوند و عرضه سنتی خدمات حمل ونقل، دیگر قادر به ارضای تقاضای رو به افزایش و پیچیده امروزی نیست که این امر آنها را به طور ناخواسته دچار مشکلات محسوس و نا محسوسی می‌کند (کریم‌زاده‌فرد، ۱۳۸۹). این در حالی است که سایر کشورها در دنیا به دنبال هواپیماهای بدون سرنشین برای حمل‌ونقل کالا در آینده هستند. (Alison,2013)رای دستیابی به یک سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای با عملکرد مطلوب به نحوی که امکان جابه‌جایی کالا را با احتساب زمان، هزینه، کیفیت ایمنی و قابل اطمینان در شرایط مختلف فراهم آورد، نیازمند سیستمی است که از هماهنگی، انعطاف‌پذیری، نظم و سرعت بالا برخوردار باشد. متأسفانه در وضعیت کنونی کامیون‌های فعال در حمل‌ونقل جاده‌ای بدون هیچ‌گونه سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی، مدیریت حمل‌ونقل جاده‌ای کالا را بر عهده گرفته‌اند و باعث گردیده‌اند که هر گونه تفکر و برنامه‌ریزی برای بهینه‌سازی حمل‌ونقل کشور از کنترل برنامه‌ریزان خارج گردد. این وضعیت باعث شده تا زیان‌های هنگفتی مانند کاهش بازده سرمایه گذاری، کاهش حضور راننده در خانواده، افزایش هزینه استهلاک کامیون، افزایش مصرف انرژی، افزایش هزینه توقف و سرگردانی راننده، ترددهای زائد و افزایش ضریب ناامنی در جاده به ترتیب به فرد، بخش حمل و نقل و در نهایت به جامعه تحمیل شود (فصل دوم سالنامه آماری حمل‌ونقل، ۱۳۸۹). بنابراین منظور از این پژوهش فراهم آوردن مدلی است که بتواند با بررسی عوامل مؤثر عرضه و تقاضا برای جابه‌جایی کالا و شرایط ویژه یک استان و توجه به زیر ساخت‌های موجود در این زمینه، تعداد ناوگان باری مورد نیاز در حمل‌ونقل بین شهری کالا در استان‌های مختلف (در این پژوهش استان فارس و خوزستان مورد نظر هست) را برای آینده برآورد نماید. سوال‌هایی که این پژوهش درصدد پاسخ به آن است عبارت‌اند از:

-چگونه می‌توان تعداد ناوگان باری مورد نیاز در حمل‌ونقل بین شهری و نحوه توزیع بهینه آن را دراستان خوزستان و فارس را برآورد نمود؟

-مدل مناسب برای بر آورد تعداد ناوگان باری مورد نیاز در حمل‌ونقل بین شهری و نحوه توزیع بهینه آن در استان فارس و خوزستان و هم‌چنین سایر استان‌های کشورکدام است ؟

-نحوه توزیع بهینه ناوگان باری مورد نیاز در حمل‌ونقل بین شهری در استان فارس وخوزستان وهم‌چنین سایر استان‌های کشور چگونه است ؟

۲-پیشینه تحقیق

در علم اقتصاد، مجموعه خدماتی که سبب انتقال و جابه‌جایی منابع تولید می‌شوند، دارای ارزش اقتصادی هستند و بخشی از جریان تولید محسوب می‌شوند حمل‌ونقل نامیده می‌شود. زیرا اصولاً درجریان حمل‌ونقل به بهای اولیهٔ منابعی که از نقاط مازاد بر مصرف به مناطق مصرف حمل می‌شوند،

افزوده می‌شود و چنین افزایشی نتیجه و فزایند پدیده حمل‌ونقل است (محمودی، ۱۳۷٦). حمل‌ونقل محصولی است از نوع خدمات که تقاضای آن به تقاضا برای سایر محصولات (کالاو خدمات) بستگی داشته و عرضه آن بر عرضه بسیاری از کالاها و خدمات تأثیر بسیاری دارد. بدین لحاظ حمل‌ونقل خدمتی است که ماهیت راهبردی داشته و در فرایند عمومی اقتصاد کشور، بویژه در فعالیت‌های بازرگانی داخلی، تجارت خارجی و گردشگری، نقش عمده‌ای دارد؛ به طوری که هر نوع نارسایی و بحران در ارایه آن به کل فعالیت‌های اقتصادی کشور سرایت کرده و موجب کاهش رفاه اقتصادی مردم جامعه می‌شود. بدین سبب اقتصاد حمل‌ونقل جایگاه ویژه‌ای را در نظریه پردازیها، سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های مربوط به امور کوتاه، میان و بلندمدت اقتصادی کشورها دارد. بخصوص در کشور ایران، که در منطقه مهم خاورمیانه به عنوان پل ارتباطی بین شرق آسیا و اروپا و همچنین شمال آسیا و جنوب آن و قاره افریقا واقع شده و سرزمینی گسترده با تنوع اقلیمی است، مبحث اقتصاد حمل‌ونقل اهمیت ویژه‌ای دارد (بیضائی،۱۳۹۷). در انتهای قرن بیستم دانشمندان علوم اقتصادی و اجتماعی؛ حمل‌ونقل را یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های نشان دهنده وضعیت اقتصادی و رفاه اجتماعی و میزان پیشرفت و رشد یک جامعه بر می‌شمردند اما امروزه در ابتدای قرن بیست و یکم شاخص حمل‌ونقل یک کشور، به تنهایی کافیست تا بیانگر وضعیت آن جامعه در تمام موارد از قبیل کشاورزی، صنعت، فقر، فساد، تبعیض‌های اجتماعی و... به حساب آید (صبا، حبیبی‌متولی و سیدعلیزاده‌گنجی ۱۳۸۹، ۸٤). مهمترین بخش تشکیل دهنده حمل‌ونقل جاده‌ای در کشور شبکه راه‌ها و بعد از آن تعداد کامیون‌های فعال در ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای هستند. راه به عنوان رکن اصلی شبکه باربری زمینی محسوب می‌شود. راه‌ها در یک نظام ارتباطی جامع، نه تنها فعالیت‌های مختلف را با هم مرتبط می‌سازند، بلکه از طریق فراهم ساختن امکانات جنبی برای بهره‌برداری از واحدهای تولیدی و صنعتی جدید عامل عمده‌ای در توسعه روز افزون کشورها به شمار می‌آیند. راه‌های ارتباطی و تسهیلات حمل‌ونقل جاده‌ای علاوه بر نقل و انتقال روزانه کالا و انسان و تأثیری که در شکل و بافت اقتصاد کشور دارند، دارای نقش اساسی در سازماندهی و توزیع فعالیت‌های تجاری، زراعی، صنعتی و فرهنگی هستند، بدیهی است که شبکه راه‌ها به عنوان شریان‌های حیاتی حمل‌ونقل به شمار آمده و نقش آنها در به جریان انداختن حمل‌ونقل جاده‌ای کاملاً آشکار هست. هر چه شبکه راه‌ها گسترده‌تر باشد، فواصل کوتاه‌تر و هر چه کیفیت آنها بهتر باشد، سرعت انتقال کالا بیشتر بوده و حمل‌ونقل کالا کم هزینه‌ترخواهد بود (سازمان راهداری حمل‌ونقل جاده‌ای ۱۳۹٦). بنابراین، به منظور برآورد تعداد و توزیع ناوگان باری (کامیون) مورد نیاز در حمل‌ونقل بین شهری و نحوه توزیع آن از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. فرایند تصمیم‌گیری نقش مهمی را در زندگی بشر ایفا می‌کند. تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه اشاره به حالتی دارد که باید بین چندین گزینه با مجموعه‌ای از خصوصیات و ویژگی‌های مختلف، رتبه‌بندی انجام شود. روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه به تصمیم‌گیرنده کمک می‌نماید، تا درک بهتری از پیچیدگی مسئله داشته، و بدین ترتیب تصمیم‌گیری منطقی‌تری انجام دهد.

بیشتر مسائل تصمیم‌گیری می‌تواند به عنوان مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مدلسازی شوند. در بسیاری از موقعیت‌ها و مسائل دنیای‌واقعی، تصمیم‌گیرندگان برای تصمیم‌گیری با بهینه‌سازی بیش از یک هدف مواجه هستند. در برنامه‌ریزی خطی فرض بر این است که تصمیم‌گیرندگان تنها یک هدف دارند برای مثال حداکثر کردن سود و یا حداقل کردن ضایعات. در نظر گرفتن یک هدف ممکن است باعث بروز مشکلاتی شود، برای مثال اگر یک شرکت درتصمیم‌گیری خود در خصوص میزان تولید تنها سود را مورد توجه قرار دهد و از اهداف دیگری همچون رضایت مشتری، رضایت کارکنان، تنوع تولید، سهم بازار و غیره غافل شود، ممکن است در بلند مدت نتواند به بقای خود ادامه دهد. بنابراین استفاده از مدل‌های چندهدفه ضروری به نظر می‌رسد (مومنی، ۱۳۸۵). روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان به دو دسته روش‌های تصمیم‌گیری چند مشخصه‌ای و روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه تقسیم‌بندی نمود. تفاوت اصلی بین این دو رویکرد در تعداد گزینه‌های تحت ارزیابی است. روش‌های تصمیم‌گیری چند مشخصه‌ای، جهت انتخاب گزینه‌های گسسته (محدود) طراحی شده‌اند، در حالی که روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه، با مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح چند هدفه سروکار دارند، که به صورت تئوری، تعداد بی‌نهایت گزینه پیوسته توسط مجموعه‌ای از محدودیت‌ها روی‌برداری از

متغیرهای تصمیم تعریف می‌گردند (Triantaphyllou and et al, 1998). بنابراین، دراین پژوهش از برنامه‌ریزی عدد صحیح چندهدفه استفاده شده است. یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه، برداری از متغیرهای تصمیم، توابع هدف و محدودیت‌ها هست و هدف تصمیم‌گیرنده ماکزیمم کردن یا مینیمم کردن توابع هدف هست. از آنجایی که این مسائل به ندرت حل منحصر به فرد دارند، تصمیم گیرنده جوابی را از بین مجموعه جواب‌های کارا (گزینه‌ها) انتخاب می‌کند[Dodangeh, Yusuff and Jassbi, 2010] فرضیه اصلی در بسیاری از مطالعاتی که در زمینه حمل‌ونقل صورت گرفته حاکی از آن است که بهبود در بخش حمل‌ونقل به عنوان یک سرمایه‌گذاری عمومی، سبب رشد اقتصادی خواهد شد. به عنوان مثال در خارج کشور بوژان و ترنکوئیست در پژوهشی با عنوان ارایه مدلی برای اندازه گیری ناوگان و تخصیص وسیله نقلیه، یک مدل احتمالی و چند دوره‌ای جهت تعیین تعداد ناوگان، با هدف بیشینه کردن درآمد مورد انتظار برای حمل بار و کاهش هزینه‌های حرکت واگن‌های پر و خالی مطرح کردند. تقاضا و زمان سیر بر اساس یک تابع توزیع احتمال تعریف شده و مسئله با استفاده از مدل جریان شبکه، حل گردید [Beaujon and Turnquist, 1991] از سوی دیگر دنگ و سانگ در پژوهشی با عنوان اثربخشی حمل‌ونقل کانتیرهای خالی در بنادر کشتیرانی به بررسی مسئله تعیین تعداد کانتینر مورد نیاز و توزیع کانتینرهای خالی از طریق سیستم کشتیرانی، به نحوی که هزینه کل کمینه شود، با فرض همگونی در ناوگان و عدم قطعیت در تقاضا پرداختند و با استفاده از شبیه‌سازی مسئله را بهینه کردند[Dong and Song ,2009]. همچنین لی و تائو در پژوهشی با عنوان تعیین اندازه بهینه ناوگان مسافری و سیاست جابه‌جایی خودرو در شرکت اجاره‌دهنده خودرو، یک شرکت اجاره دهنده خوردرو را که به دو شهر سرویس می‌دهد را مورد مطالعه قرار دادند و یک مدل پویای دو مرحله‌ای توسعه دادند که در مرحله اول تعداد ناوگان و در مرحله دوم سیاست جابه‌جایی تعیین می‌شود [Li and Tao, 2010]. در داخل کشور نیز قنادی‌محمدی و همکاران در پژوهشی تحت عنوان انتخاب ترکیب بهینه ناوگان مسافری، شرکت قطارهای مسافری رجا را به عنوان متولی حمل‌ونقل بخش مسافری راه آهن تا افق سال ۸۸ مورد مطالعه قرار دادند، توضیح این نکته ضروری است که تعیین ترکیب توسعه ناوگان مسافری مسأله‌ای است که پارامترهای مختلفی در آن دخیل هستند و در واقع یک مسأله تصمیم‌گیری است که می‌بایست توسط متدولوژی‌های موجود تصمیم‌گیری مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در این تحقیق در هر مسیر از ترکیب دو مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده گردیده تا از این طریق تمامی پارامترهای کیفی و کمی تأثیرگذار بر تعیین ترکیب ناوگان ریلی و اهمیت آنها به گونه‌ای مد نظر قرار گیرند؛ که در بخش اول ضرایب رضایتمندی و مطلوبیت هر یک از انواع واگنها در مسیرهای مختلف ریلی به کمک تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شود و سپس تعداد واگن بهینه در هر مسیر با هدف بیشینه‌سازی رضایتمندی و با استفاده از برنامه‌ریزی خطی برآورد گردیده شود. محدودیت‌های این مدل برنامه‌ریزی خطی در سه دسته، محدودیت‌های حمل مسافر، تعداد کشنده و ظرفیت خط خلاصه می‌شوند. پس از حل این مدل برنامه‌ریزی خطی جواب‌های مسأله تعیین شده که برخی مسیرها به دلیل کم بودن مقدار سمت راست محدودیت ظرفیت خط دارای فضای جواب تهی می‌شوند. با این حال برای مسیرهای مزبور نیز جواب‌های غیر بهینه را که محدودیت حمل مسافر را جوابگو نبودند در نظر گرفته شده است (قنادی و همکاران، ۱۳۸۵). هم‌چنین افندی‌زاده و میرزایی‌قمی در پژوهشی با عنوان برآورد تعداد ناوگان مورد نیازسامانه حمل‌ونقل همگانی بر اساس شاخص تقاضا در سازمان تاکسیرانی شهر تهران، یک مدل عمومی برآورد تعداد ناوگان مورد نیاز سامانه حمل‌ونقل همگانی بر اساس شاخص تقاضا را توسعه داده‌اند. یکی از عمده‌ترین گام‌ها در طراحی ساختار سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، تعیین تعداد وسایل نقلیه مورد نیاز است. در این مقاله برآورد تعداد وسیله مورد نیاز برای انواع زیر سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی با بهره‌مندی از یک مدل ریاضی – رایانه‌ای تحلیل تقاضای حمل ونقل ارایه می‌شود به طوری‌که با استفاده از این مدل امکان برآورد تعداد ناوگان مورد نیاز هم در وضعیت موجود و هم در سال طرح وجود داشته باشد. برای برآورد تعداد ناوگان مورد نیاز از شاخص تقاضا استفاده شده است. این شاخص معرف حجم تقاضای جابه‌جا شده توسط انواع ناوگان حمل‌ونقل همگانی هست. برمبنای سهم سفر انواع ناوگان حمل‌ونقلی همگانی و شاخص تقاضا و با به کارگیری مدل ریاضی ارائه شده، سامانه تاکسیرانی شهر تهران به صورت موردی برای برآورد تعداد

ناوگان مورد نیاز تحت مطالعه قرار گرفته است و در نهایت تعداد ناوگان مورد نیاز سامانه تاکسیرانی شهر تهران در دو قالب کلان و خرد و به تفکیک در دو افق زمانی مشتمل بر سال پایه و سال طرح و بر اساس گزینه‌های مختلف برآورد شده است (افندی‌زاده و میرزایی‌قمی، ۱۳۸۵). از سوی دیگر خاکساری و قلی زاده در پژوهشی با عنوان برآورد تابع تقاضای خدمات حمل بار در سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای ایران به روش همجمعی ضمن مروری بر مطالعات صورت گرفته در خصوص تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای بار، به برآورد تابع تقاضای حمل‌ونقل بار در بخش جاده‌ای با استفاده از روش ARDL پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که درآمد ناخالص داخلی تاثیر عمده‌ای بر روی میزان تقاضای حمل ونقل بار در سیستم حمل جاده‌ای دارد. برآوردها همچنین نشان می‌دهد که قیمت حامل‌های انرژی اثر معنی‌داری بر حمل‌ونقل جاده‌ای بار ندارد. این رابطه با استفاده از روش همجمعی و به کمک داده‌های سری زمانی فصلی ۱۳۷٤-۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفته است (خاکساری و قلی‌زاده، ۱۳۸۵). هم‌چنین میرزایی‌خفری در پژوهشی تحت عنوان طراحی مدل تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای سبزیجات از مبادی اصلی تولید به سایر استان‌های کشور، مدل تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای کل کالاهای کشاورزی با داده‌های فصلی سال‌های ۱۳۷٤ تا ۱۳۸۳ به دو شکل خطی- ساده و خطی - لگاریتمی توسعه نموده است. و عواملی از قبیل جمعیت، ارزش افزوده بخش کشاورزی و میزان تناژ حمل شده دوره قبل به عنوان متغیرهای توضیحی تابع تقاضای حمل کل کالاهای کشاورزی را توصیف می‌کنند. نتایج تخمین برای مدل پیشنهادی تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای کل کالاهای کشاورزی به صورت زیر هست:

-تابع تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای کل کالاهای کشاورزی، حساسیت بیشتری را نسبت به جمعیت دارد.

-تابع تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای کل کالاهای کشاورزی، بعد از جمعیت بیشترین حساسیت را به میزان کالاهای کشاورزی حمل شده در دوره قبل دارد.

- میزان ارزش افزوده بخش کشاورزی در تقاضا برای حمل کالاهای کشاورزی مؤثر هست و به طور متوسط به ازاء افزایش یک درصد در ارزش افزوده بخش کشاورزی، تقاضا برای حمل کل کالاهای کشاورزی در سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای به طور متوسط ۸٪ افزایش می‌یابد.

-نکته قابل توجه این است که هزینه حمل کامیون بر تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای کل کالاهای کشاورزی مؤثر نبوده است (میرزائی‌خفری، ۱۳۹۱).

با نگاهی به پژوهش‌های انجام شده در زمینه حمل‌ونقل می‌توان دریافت که از نظر اهمیت حمل‌ونقل مطالعات متعددی صورت گرفته است و مدل‌های متنوعی در حال حاضر در زمینه برآورد تقاضای بار، حجم بار، برآورد ناوگان مسافری، حمل‌ونقل دریایی، حمل کالا و .... در دست بررسی هست، اما کمبود این‌گونه پژوهش‌ها و مطالعات در زمینه برآورد تعداد و توزیع ناوگان باری در حمل‌ونقل جاده‌ای کشور همچنان می‌توان احساس کرد. پژوهش حاضر جهت رفع این کاستی هست که با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره به برآورد تعداد و توزیع ناوگان باری در حمل‌ونقل جاده‌ای در استان فارس و خوزستان پرداخته شده است.

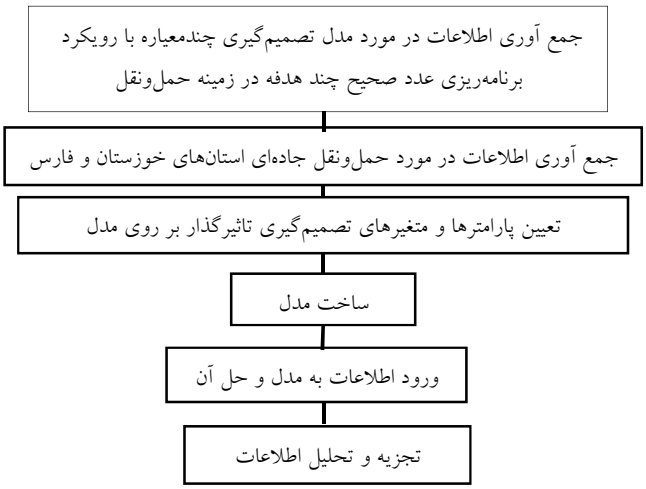
جدول ۱. خلاصه پیشینه پژوهشات و شکاف مطالعات داخلی و خارجی

ردیف	عنوان رویکرد	توضیح	منبع
۱	طراحی تقاضای حمل‌ونقل مدل جاده‌ای	طراحی تقاضای حمل‌ونقل مدل جاده‌ای سبزیجات از مبادی اصلی تولید به سایر استان‌های کشور چگونه صورت می‌گیرد؟	(میرزائی‌خفری، ۱۳۹۱)
۲	برآورد تابع تقاضای خدمات حمل بار	برآورد تابع تقاضای خدمات حمل بار در سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای ایران به روش همجمعی چگونه انجام می‌پذیرد؟	(خاکساری و قلی‌زاده، ۱۳۸۵)
۳	ترکیب بهینه ناوگان مسافری	چگونه ترکیب بهینه ناوگان مسافری انتخاب می‌شود؟	(قنادی و همکاران، ۱۳۸۵)
٤	برآورد تعداد ناوگان مورد نیازسامانه	برآورد تعداد ناوگان مورد نیازسامانه حمل‌ونقل همگانی بر اساس شاخص تقاضا درسازمان تاکسیرانی شهر تهران به چه صورت است؟	(افندی‌زاده و میرزایی‌قمی، ۱۳۸۵)

ردیف	عنوان رویکرد	توضیح	منبع
۵	تعیین اندازه بهینه ناوگان مسافری	تعیین اندازه بهینه ناوگان مسافری و سیاست جابه‌جایی خودرو در شرکت اجاره‌دهنده خودرو به چه صورت است؟	(Li and Tao, 2010)
٦	اثربخشی حمل‌ونقل	اثربخشی حمل‌ونقل کانتیرهای خالی در بنادر کشتیرانی چگونه پدید می‌آید؟	(Dong and Song,2009)
۷	مدل اندازه‌گیری و تخصیص	ارایه مدلی برای اندازه‌گیری ناوگان و تخصیص وسیله نقلیه به چه صورت است؟	(Beaujon and Turnquist, 1991)

۳-روش‌شناسی

روش تحقیق مورد استفاده به لحاظ ماهیتی از نوع کاربردی است و روش آن زمینه‌ای-موردی است. در این نوع تحقیقات هدف کشف دانش تازه‌ای است که کاربرد مشخصی را درباره فراورده یا فرایندی در واقعیت را دنبال کند. به عبارت دقیق‌تر تحقیق کاربردی تلاشی است برای پاسخ دادن به یک معضل و مشکل عملی که در دنیای واقعی وجود دارد. با توجه به این که برای نشان دادن مدل برآورد تعداد و توزیع ناوگان باری (کامیون) مورد نیاز در حمل‌ونقل بین‌شهری و نحوه توزیع بهینه آن و هم‌چنین برای استفاده از یافته‌های تئوریک حاصل مدل جدید به صورت عملی در شرایط واقعی، استان‌های فارس و خوزستان مورد ارزیابی قرار گرفته است، بنابراین، روش تحقیق از نوع زمینه‌ای-موردی است. جامعه آماری این پژوهش شامل ناوگان باری حمل‌ونقل جاده‌ای کشور هست و استان فارس و استان خوزستان به دلیل این‌که بیشترین سهم را در میزان کالای حمل شده در سطح کشور داشته است، به عنوان نمونه در این پژوهش مورد استفاده قرارگرفته‌اند. در این پژوهش اطلاعات نظری و مبانی تئوریک مربوط به مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره بر اساس مطالعه کتابخانه‌ای و مقالات فراهم شده است و اطلاعات مربوط به استان‌های مورد ارزیابی از سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور جمع‌آوری گردیده شده است و به منظور گردآوری اطلاعات و شناسایی پارامترها و متغیرهای تاثیرگذار بر روی مدل و هم چنین مولفه‌ها و ابعاد مختلف مدل، مطالعاتی به صورت نظری- میدانی انجام شده است. مدل مفهومی پژوهش حاضر به صورت نمودار۱ می‌باشد.



نمودار ۱. مدل مفهومی پژوهش

۳-۱- ساخت مدل

برای محاسبه تعداد و توزیع ناوگان باری(کامیون)، با توجه به نظر خبرگان و دو عامل واقع‌بینانه‌تر بودن و توان سنجش از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره با رویکرد برنامه‌ریزی عدد صحیح چند هدفه استفاده شده است. ساختار ویژه مدل مورد نظر پژوهش به این صورت هست که همواره در آن تعدادی محصول یا کالای همگن از چند مبدا و یا منبع عرضه به یک سری مقصد یا مرکز تقاضا ارسال می‌گردد. ظرفیت‌های موجود در هر مبدا و هم چنین میزان تقاضا در هر مقصد کاملا مشخص است. هدف اصلی توزیع بهینه مقادیر عرضه به مراکز تقاضا هست، با این شرط که میزان محصول یا کالای ارسال شده از هر مبدا بیشتر از ظرفیت آن مبدا نباشد و همچنین میزان محصول یا کالای دریافت شده در مقصد به اندازه‌ی نیاز آن مقصد باشد. منظور از محصول در این پژوهش، ناوگان باری جاده‌ای (کامیون) از نوع کفی و کمپرسی هست و مراکز توزیع این دو محصول نیز شرکت‌های ایران خورو دیزل و سایپا دیزل هست و مقصد ارسال محصول نیز استان فارس و خوزستان هست. در واقع این پژوهش به دنبال تصمیم‌گیری در دوره زمانی برای دو موضوع است:

-چه تعداد کمپرسی و کفی برای حمل‌ونقل جاده‌ای در استان‌های فارس و خوزستان مورد نیاز است.

-ارسال این محصولات از کدام مرکز توزیع از نظر هزینه و زمان مقرون به صرفه‌تر هست.

بنابراین، مدل استفاده شده در این پژوهش دو هدفی هست که دارای دو تابع هدف، با هدف حداقل کردن هزینه‌ها و زمان هست. در ابتدا به شرح نمادها و پارامترها و متغیرهای مسئله پرداخته شده است و سپس شرح کامل نحوه ساخت و حل مدل آورده شده است. در ابتدا و پیش از ساخت مدل به معرفی نمادها و پارامترها و متغیرهای تصمیم مدل پرداخته شده است که شرح آن به صورت زیر نمایان هست:

P = محصول (در این پژوهش منظور از محصول (p) تعداد ناوگان باری جاده‌ای هست)که از دو نوع ناوگان باری استفاده شده است.

p_1 = کمپرسی و P_2 = کفی

K = مراکز توزیع که در این مساله دو مرکز توزیع مورد بررسی قرار گرفته است.

K_1 = ایران خودرو دیزل و k_2 = سایپا دیزل

L = مشتری و l_1 = استان فارس و l_2 = استان خوزستان.

r = نوع حمل‌ونقل (جاده ای، ریلی، هوایی، دریایی) که در این پژوهش حمل‌ونقل جاده‌ای مورد نظر هست.

t = دوره یا مدت زمان و C = هزینه.

S_{pkt} = ظرفیت مرکز توزیع kام برای محصولpام در دوره‌ی tام.

d_{plt} = تقاضای مشتریlام از محصول pام در دوره‌یtام.

C_{pklrt} = هزینه ارسال یک واحد محصول pام از مرکز توزیع kام به مشتریlام با استفاده از روش حمل‌ونقلrام.

f_{kt} = هزینه به کارگیری مرکز توزیع kام.

t_{pklrt} = زمان ارسال محصول pام از مرکز توزیع kام به مشتری lام با روش حمل‌ونقل rام.

$\overline{V_{prt}}$ = حد بالای ارسال محصول pام به روش حمل‌ونقل rام در هر مسیر.

$\underline{V_{prt}}$ = حدپایین ارسال محصول pام به روش حمل‌ونقل rام در هر مسیر .

$\overline{VT_{prt}}$ =حد بالای مجموع ارسال محصول pام به روش حمل‌ونقل.

W_{pklrt} = متغیر ارسال محصول pام از مرکز توزیع kام به مشتری lام با استفاده از روش حمل‌ونقل rام؛ مقدار یک برای ارسال مقدار صفر برای عدم ارسال.

Z_{kt} = متغیر صفر و یک, برای راه اندازی مرکز توزیعkام در دورهtام؛ مقدار یک برای راه اندازی و مقدار صفر برای عدم راه اندازی.

Y_{pklrt} = متغیری برای ارسال مقدار محصول pام از مرکز توزیع kام به مشتری lام با استفاده از روش حمل‌ونقل rام.

۳- ۱-۱- تابع هدف و توزیع بهینه حمل کالا

به طورکلی مدل‌های حمل‌ونقل فاقد ایستگاه واسط بوده است، یعنی کالا باید از نقاط مبدا مستقیما به نقاط مقصد ارسال شود، هدف در این مدل عبارت است، یافتن یک سیستم مناسب توزیع کالا هست به نحوی که هزینه حمل‌ونقل مقادیر مختلف کالا از نقاط مبدا به نقاط مقصد مینمم گردد، علاوه بر این در این پژوهش به مسئله زمان نیز توجه شده است و به دنبال یافتن یک سیستم مناسب توزیع کالا هست به نحوی که هم زمان حمل‌ونقل و هم هزینه‌های حمل‌ونقل مقادیر مختلف کالا از نقاط مبدا به نقاط مقصد را کاهش دهد. بنابراین، با توجه به مطلب فوق تابع هدف پژوهش حاضر به صورت زیر است:

(۱)

$$\text{Min } z_1 = \sum t \sum p \sum k \sum l \sum r \; C_{pklrt} Y_{pklrt} + \sum t \sum k f_{kt} z_{kt}$$

(۲)

$$\text{Min } z_2 = \sum t \sum p \sum k \sum l \sum r \; t_{pklrt} \, w_{pklrt}$$

در معادله (۱) مجموع هزینه‌های کل سیستم کمینه می‌گردد. این هزینه‌ها از دو بخش هزینه‌های ثابت و متغیر تشکیل گردیده است که به ترتیب عبارتند از هزینه راه اندازی هرکدام از مراکز توزیع و هزینه خطی ارسال محصولات از مراکز توزیع به مشتریان که در اینجا منظور از مشتری، استان‌های خوزستان و فارس هست. در معادله (۲) تابع هدف دوم در برگیرنده سطح خدمت به مشتری است، زمان در جریان برای رسیدن محصولات به دست مشتریان را به حداقل می‌رساند.

۳-۱-۲- محدودیت‌ها

$$\sum l \sum r \; Y_{pklrt} \le S_{pkt} \, Z_{kt} \qquad y, p, k, t \qquad (۳)$$

معادله (۳) تضمین می‌کند که از محدودیت ظرفیت هر مرکز توزیع تخطی نمی‌کند. در واقع اطمینان می‌دهد که مقدار تولید ام و در دوره r به روش حمل‌ونقل kمحصول، در مرکز توزیع حداکثر به اندازه ظرفیت تولید آن مرکز هست.t

$$\sum k \sum r Y_{pklrt} = d_{plt} \quad y,p,l,t \qquad (٤)$$

درحالی که معادله تضمین می‌کند که تقاضای هر مشتری که درواقع دراین پژوهش استان‌های خوزستان و فارس هست را برآورده می‌کند. درواقع بیانگر این موضوع است که میزان محصول دریافت شده که دراین پژوهش کمپرسی و کفی هست، در مقصد به اندازه‌ی نیاز آن مقصد هست.

(٥)

$$W_{pklrt} V_{prt} \le Y_{pklrt} \le W_{pklrt} V_{prt} \quad y, p, k, l, r, t$$

معادله (٥) حدود بالاو پایین ظرفیت ارسال محصول pام به روش حمل‌ونقل rام در هر مسیر.

(٦)

$$\sum k \sum l Y_{pklrt} \le VT_{prt} \quad y, p, r, t$$

معادله (٦) نشان دهنده حد بالای مجموع ارسال محصولات نوع p از تمام مراکز توزیع به تمام مشتریان با روش حمل‌ونقل r است.

(٧)

$$Z_{kt} \ \varepsilon \{0,1\} \quad y,k,t$$

(٨)

$$W_{pklrt} \ \varepsilon \{0,1\} \quad y, p, k, l, r, t$$

$$Y_{pklrt} \le 0 \quad y, p, k \qquad (٩)$$

و سر انجام، محدودیت‌های فنی روی تصمیمات از طریق محدودیت‌های (٧) , (٨) و (٩) ایجاد شده است. محدودیت‌های (٧) و (٨) صفر و یک بودن متغیرهای تصمیم را نشان می‌دهد و محدودیت (٩) نیز بیان می‌کند که مقادیر موجودی مواد اولیه و محصولات در شروع دوره صفر است.

نکته مهم این‌که رابطه منطقی بین متغیرهای تصمیم(y_{pklrt} ,z_{kt}) تلویحاً از طریق محدودیت ظرفیت معادله (٣) و رابطه بین متغیر تصمیم گیری نوع حمل‌ونقل و تخصیص یعنی (, w_{pklrt} y_{pklrt}) از طریق معادله (٥) در نظر گرفته می‌شود. و در نهایت مدل کلی پژوهش به صورت زیر نمایش داده شده است:

$$\text{Min } z_1 = \sum_t \sum_p \sum_k \sum_l \sum_r C_{pklrt} Y_{pklrt} + \sum_t \sum_k f_{kt} z_{kt}$$

$$\text{Min } z_2 = \sum_t \sum_p \sum_k \sum_l \sum_r t_{pklrt} w_{pklrt}$$

s.to:

$$\sum_l \sum_r Y_{pklrt} \le S_{pkt} Z_{kt} \quad y, p, k, t$$

$$\sum_k \sum_r Y_{pklrt} = d_{plt} \quad y, p, l, t$$

$$W_{pklrt} V_{prt} \le Y_{pklrt} \le W_{pklrt} \overline{V_{prt}} \quad y, p, k, l, r, t$$

$$\sum_k \sum_l \overline{Y_{pklrt}} \le \overline{VT_{prt}} \quad y, p, r, t$$

$$Z_{kt} \ \varepsilon \{0,1\} \quad y,k, t$$

$$W_{pklrt} \ \varepsilon \{0,1\} \quad y, p, k, l, r, t$$

$$Y_{pklrt} \ge 0 \quad y, p, k, l, r, t$$

٤-یافته‌ها

اطلاعات کمی مورد نیاز در رابطه با متغیرها و پارامترهای مسئله از طریق سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای به‌دست آمد. پس از قرار دادن داده در مدل و حل آن توسط نرم‌افزار GAMS، نتایج زیر به دست آمد که در جدول ٢ و ٣ قابل مشاهده است.

جدول ٢. برآورد هزینه ارسال محصولات، محاسبه زمان ارسال محصولات، برآورد ظرفیت، برآورد تقاضا

C = هزینه	t_1 = دوره اول	t_2 = دوره دوم
	مرکز توزیع ١(ایران خودرو دیزل)	مرکز توزیع ٢(سایپا دیزل)
	L_1 مشتری اول(استان فارس)	
(p_1) کمپرسی محصول اول	١٠٠	٣٠٠
(p_2) کفی محصول دوم	١٥٠	٣٠٠
C = هزینه	t_1 = دوره اول	t_1 = دوره اول
	مرکز توزیع ١ (ایران خودرو دیزل)	مرکز توزیع ٢ (سایپا دیزل)
	L_2 مشتری دوم (استان خوزستان)	
(p_1) کمپرسی محصول اول	١٠٠	٥٠٠
(p_2) کفی محصول دوم	٢٥٠	٤٠٠
t = زمان	t_1 = دوره اول	t_2 =دوره دوم
	مرکز توزیع ١(ایران	مرکز توزیع ٢(سایپا

	خودرو دیزل)	دیزل)
	L_1مشتری اول (استان فارس)	
(p_1)کمپرسی محصول اول	۱۵۰	۱۳۰
(p_2)کفی محصول دوم	۱۵۰	۱۳۰
t = زمان	t_1 = دوره اول	t_2= دوره دوم
	مرکز توزیع ۱(ایران خودرو دیزل)	مرکز توزیع ۲ (سایپا دیزل)
	L_2مشتری دوم (استان خوزستان)	
(p_1)کمپرسی محصول اول	۱۶۰	۱۴۰
(p_2)کفی محصول دوم	۱۶۰	۱۴۰
S = ظرفیت	t_1= دوره اول	t_2= دوره دوم
	مرکز توزیع ۱ (ایران خودرو دیزل)	مرکز توزیع ۲ (سایپا دیزل)
(p_1)کمپرسی محصول اول	۹۰۰۰	۹۰۰۰
(p_2)کفی محصول دوم	۹۰۰۰	۹۰۰۰
D = تقاضا	t_1= دوره اول	t_2 = دوره دوم
	L_1مشتری اول (استان فارس)	
(p_1)کمپرسی محصول اول	۵۰۰	۶۰۰
(p_2)کفی محصول دوم	۸۰۰	۸۰۰
D = تقاضا	t_1 = دوره اول	t_2 =دوره دوم
	L_2مشتری دوم (استان خوزستان)	
(p_1)کمپرسی محصول اول	۷۰۰	۷۵۰
(p_2) کفی محصول دوم	۷۰۰	۷۰۰

همان طور که پیش‌تر توضیح داده شد، مدل مسئله برای دو دوره‌ی زمانی تکرار شد تا درستی مسئله تضمین شود. هزینه مورد نیاز برای ارسال محصول pام از مرکز توزیع kام به مشتری lام دردوره tام محاسبه شده است و به شرح زیر هست:

هزینه مورد نیاز برای ارسال یک واحد محصول اول از مرکز توزیع اول به مشتری اول دردوره اول برابر است با ۱۰۰، به عبارتی هزینه ارسال کمپرسی از مرکز توزیع ایران خودرو دیزل به استان فارس در دوره اول برابر با ۱۰۰ می باشد.

هزینه مورد نیاز برای ارسال یک واحد محصول دوم از مرکز توزیع اول به مشتری اول دردوره اول برابر است با ۱۵۰، به عبارتی هزینه ارسال کفی از مرکز توزیع ایران خودرو دیزل به استان فارس در دوره اول برابر با ۱۵۰می باشد.

هزینه مورد نیاز برای ارسال یک واحد محصول اول از مرکز توزیع دوم به مشتری اول دردوره اول برابر است با ۳۰۰، به عبارتی هزینه ارسال کمپرسی از مرکز توزیع سایپا دیزل به استان فارس در دوره اول برابر با ۳۰۰ هست.

هزینه مورد نیاز برای ارسال یک واحد محصول دوم از مرکز توزیع اول به مشتری دوم دردوره اول برابر است با ۲۵۰، به عبارتی هزینه ارسال کفی از مرکز توزیع ایران خودرو دیزل به استان خوزستان در دوره اول برابر با ۲۵۰ هست. سایر نتایج برآورد هزینه به طور کامل در جدول ۳ آورده شده است.

همان طور که ملاحظه می‌شود هزینه ارسال هر دو محصول از مرکز توزیع دوم به استان‌های مورد نظر، بیشتر از هزینه ارسال محصولات، از مرکز توزیع اول به استان‌های مورد نظر هست در نتیجه ارسال محصولات از مرکز توزیع دوم مقرون به صرفه نهست. زمان مورد نیاز برای ارسال محصول pام از مرکز توزیع kام به مشتری lام محاسبه شده و به شرح زیر است:

زمان مورد نیاز برای ارسال محصول اول از مرکز توزیع اول به مشتری اول در دوره اول برابر با ۱۵۰ روز هست، به عبارتی هزینه ارسال کمپرسی از مرکز توزیع ایران خودرو دیزل به استان فارس در دوره اول برابربا ۱۵۰ روز هست.

زمان مورد نیاز برای ارسال محصول دوم از مرکز توزیع اول به مشتری اول در دوره اول برابر با ۱۵۰روز هست، به عبارتی هزینه ارسال کفی از مرکز توزیع ایران خودرو دیزل به استان فارس در دوره اول برابر با ۱۵۰روز هست.

زمان مورد نیاز برای ارسال محصول اول از مرکز توزیع دوم به مشتری اول در دوره اول برابر با ۱۳۰روز هست، به عبارتی هزینه ارسال کمپرسی از مرکز سایپا دیزل به استان فارس در دوره اول برابر با ۱۳۰ روز هست و برای ارسال محصول دوم (کفی) نیز ۱۳۰ روز هست.

سایر نتایج برآورد زمان به طور کامل در جدول ۳ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود زمان ارسال محصولات به مشتریان از مرکز توزیع دوم کمتر از مرکز توزیع اول هست اما هزینه ارسال از مرکز توزیع دوم بیشتر هست.

ظرفیت قابل حمل برای ارسال محصول pام از مرکز توزیعkام در دوره tام محاسبه شده است و به شرح زیر هست:

ظرفیت قابل حمل از مرکز توزیع اول در هر دو دوره برای هر دو محصول، به صورت مجزا ۹۰۰۰ تن هست به عبارت دیگر ظرفیت قابل حمل هر دو محصول اول و دوم یعنی کمپرسی و کفی از مرکز توزیع ایران خودرو دیزل در دوره اول و دوم به صورت جداگانه ۹۰۰۰ تن هست.

ظرفیت قابل حمل از مرکز توزیع دوم در هر دو دوره برای هر دو محصول، به صورت مجزا ۹۵۰۰ تن هست، به عبارت دیگر ظرفیت قابل حمل هر دو محصول اول و دوم یعنی کمپرسی و کفی از مرکز سایپا دیزل در دوره اول و دوم به صورت جداگانه ۹۵۰۰ تن هست. تقاضا مورد نیاز برای ارسال محصول pام به مشتری lام دردوره tام محاسبه شده است و به شرح زیر هست:

مقدار تقاضای مشتری اول که استان فارس می‌باشد از محصول اول یعنی کمپرسی، در دوره اول برابر ۵۰۰ هست و برای محصول دوم در همین دوره برابر ۸۰۰ هست و همچنین مقدار تقاضای مشتری دوم که استان خوزستان هست از محصول اول یعنی کمپرسی، در دوره اول برابر ۷۰۰ هست و برای محصول دوم درهمین دوره برابر ۷۰۰ هست. سایر نتایج به کامل در جدول ۳ قابل مشاهده هست. باید در نظر داشت که حد پایین صفر است و حد بالا برابر است با ۲۵۰۰ تن یعنی از این دو محصول حداکثر به میزان ۲۵۰۰ می‌توان ارسال کرد و حد بالای مجموع ارسال نیز ۹۵۰۰ تن هست و هزینه راه اندازی در هر دو دوره برای مرکز توزیع اول برابر ۱۲۰۰ هست و برای مرکز توزیع دوم برابر ۷۵۰۰ هست.

همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار کل محصول مورد نیاز تعداد ۵۵۵۰ هست یا به عبارت بهتر برای دو استان مورد بررسی پژوهش (استان‌های فارس و خوزستان)، تعداد ۵۵۵۰ دستگاه ناوگان باری جاده‌ای مورد نیاز است، که از این تعداد ۲۷۰۰ دستگاه ناوگان باری در استان فارس و تعداد ۲۸۵۰ دستگاه ناوگان باری در استان خوزستان باید توزیع شود.

نحوه توزیع محصولات در استان‌های مورد نظر با توجه به میزان تقاضای استان‌ها به صورت زیر هست:

مقدار محصول اول و دوم (کمپرسی و کفی) که در دوره اول (t_1) در استان اول (فارس) باید توزیع شود، معادل ۱۳۰۰دستگاه ناوگان باری هست. که از این تعداد، ۵۰۰ دستگاه کمپرسی و ۸۰۰ دستگاه کفی هست.

مقدار محصول اول و دوم (کمپرسی و کفی) که در دوره دوم (t_2) در استان اول (فارس) باید توزیع شود، معادل ۱۴۰۰ دستگاه ناوگان باری هست. که از این تعداد، ۶۰۰ دستگاه کمپرسی و ۸۰۰ دستگاه کفی هست.

مقدار محصول اول و دوم (کمپرسی و کفی) که در دوره اول (t_1) در استان دوم (خوزستان) باید توزیع شود، معادل ۱۴۰۰ دستگاه ناوگان باری هست. که از این تعداد، ۷۰۰ دستگاه کمپرسی و ۷۰۰ دستگاه کفی هست. مقدار محصول اول و دوم (کمپرسی و کفی) که در دوره دوم (t_2) در استان دوم (خوزستان) باید توزیع شود، معادل ۱۴۵۰ دستگاه ناوگان باری هست که از این تعداد، ۷۵۰ دستگاه کمپرسی و ۷۰۰ دستگاه کفی هست.

جدول ۳. نتایج برآورد ناوگان باری مورد نیاز و مقادیر توابع هدف

Z	Y_{pklrt}	W_{pklrt}
Z_1=۱۰۱۱/۴۰۰	Y_{11111} =۵۰۰	W_{11111}=۱
Z_2=۱۰۸۰	Y_{11112} = ۶۰۰	W_{11112}=۱
	Y_{11211} =۷۰۰	W_{11212}=۱
	Y_{11212} =۷۵۰	W_{21111}=۱
	Y_{21111} =۸۰۰	W_{21112}=۱
	Y_{21112} =۸۰۰	W_{21211}=۱
	Y_{21211} =۷۰۰	W_{1111}=۱
	Y_{21212} =۷۰۰	W_{21212}=۱
	$\sum y$=۵۵۵۰	

همان‌طور که توضیح داده شد، اگر Z_{kt}=1 باشد، مرکز توزیع kام راه اندازی می‌شود و اگر Z_{kt}=0 باشد , مرکز توزیع kام راه اندازی نمی‌شود. بر طبق نتایج بدست آمده Z11=1 وZ12=1 در نتیجه مرکز توزیع اول باید راه‌اندازی شود.

به عبارتی اگر محصولات از مرکز توزیع اول یعنی ایران خودرو دیزل به مشتریان ارسال گردد، مقرون به صرفه‌تر است. همان طور که در جدول۳ نیز ملاحظه می‌شود، هزینه ارسال هر دو محصول از مرکز توزیع دوم (سایپا دیزل) به استان‌های مورد نظر بیشتر از هزینه ارسال محصولات، از مرکز توزیع اول (ایران خودرو دیزل) به استان‌های مورد نظر هست در نتیجه ارسال محصولات از مرکز توزیع دوم مقرون به صرفه نیست. هم‌چنین مقدار بهینه تابع هدف اول که هدف آن حداقل ساختن هزینه‌ها هست، برابر است ۴۰۰/۱۰۱۱ و مقدار بهینه تابع هدف دوم؛ با هدف کمینه کردن زمان ارسال محصول pام از مرکز توزیع kام به مشتری lام در دوره tام؛ برابر است با ۱۰۸۰. شایان ذکر است که مدل مسئله و تمامی روابط فوق، قابل تعمیم به سطوح بالاتر و تمامی استان‌های کشور هست و با استفاده از آن می‌توان تعداد و توزیع ناوگان باری جاده‌ای را برای کل کشور و در استان‌های مختلف برآورد نمود.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به جمعیت روزافزون جهان و محدود بودن امکانات، حتی برای کشورهای صنعتی پیشرفته، استفاده بهینه از امکانات موجود، راهی بهتر به منظور افزایش خدمات و در نتیجه افزایش رفاه جامعه بشری تلقی می‌گردد. کشور ما نیز از این مورد مستثنی نیست، کمبود سرمایه‌گذاری دولتی برای ایجاد ظرفیت‌های جدید و تنوع بیشتر، ضرورت بیشترین استفاده از امکانات موجود و سرمایه گذاری‌های انجام شده را ایجاب می‌کند. از طرفی بخش حمل‌ونقل به عنوان پیش نیاز و زیربنای توسعه، موجب برقراری هر چه سریع‌تر و گسترده‌تر بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی وفرهنگی کشورها می‌شود. به این ترتیب حمل‌ونقل یکی از شاخص‌های اصلی توسعه اقتصادی کشورها هست، که توجه به استفاده بهینه از ظرفیت‌های این بخش و تعیین سیاست‌هایی در جهت افزایش کارآیی آن که منطبق با مصرف بهینه سوخت و انرژی‌های موجود و شرایط زیست محیطی و ... باشد از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. به همین منظور پژوهش حاضر در مورد طراحی مدل برای برآورد ناوگان باری جاده‌ای در حمل‌ونقل بین شهری کشور و تعداد و توزیع بهینه آن در استان‌های مختلف کشور می‌باشد، استان‌های مورد مطالعه در این پژوهش استان خوزستان و استان فارس هست و بنابراین، به منظور بررسی اهداف پژوهش و توزیع بهینه ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای در استان‌های مورد مطالعه از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره با رویکرد برنامه‌ریزی عدد صحیح چند هدفه استفاده گردیده شد و بعد از انجام فرایند مدل سازی و حل آن، سعی بر آن شد که گزارشی از یافته‌های پژوهش و تفسیر نتایج اشاره شود و با استفاده از مدل پژوهش می‌توان تعداد و توزیع ناوگان باری جاده‌ای را برای کل کشور و در استان‌های مختلف کشور نیز برآورد نمود. و در پایان به خوانندگان علاقه‌مند پیشنهاد می‌شود به انجام پژوهشی در این زمینه با جزئیات بیشتر مثلاً وارد شدن در حیطه نوع کالاهای قابل حمل از طریق ناوگان باری جاده‌ای کشور بپردازند و هم‌چنین به فراتحلیلی از تحقیقات صورت گرفته در زمینه حمل‌ونقل جاده‌ای، اعم از تحقیقات داخلی و خارجی نیز بپردازند.

٦- مراجع

-احدی، م. و صادقی‌کیا، ع. و امیدوار، ه.، (۱۳۸۸)، "بررسی اضافه بار وسایل نقلیه باری بر تصادفات جاده‌ای، مطالعات مدیریت ترافیک"، سال سوم، شماره ۳۳.

-افندی زاده، ش. و میرزایی‌قمی، س.ع.، (۱۳۸۵)،"مدل عمومی برآورد تعداد ناوگان مورد نیاز سامانه حمل‌ونقل همگانی بر اساس شاخص تقاضا (مطالعه موردی: سامانه تاکسی رانی شهر تهران)"، هفتمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.

-بیضائی، س.ا.، (۱۳۸۲)، "اصول کاربردی اقتصاد حمل‌ونقل"، انتشارات سمت.

-خاکساری ، ع. و قلی زاده، ه.، (۱۳۸۵)، "برآورد تابع تقاضای خدمات حمل بار در سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای ایران به روش همجمعی"، هشتمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.

-سازمان راهداری وحمل‌ونقل جاده‌ای.، (۱۳۹٦)،"طرح مطالعه جامع حمل‌ونقل کشور"، پژوهشکده حمل‌ونقل.

-صبا، ع. و حبیبی‌متولی، ح. و سیدعلیزاده، س.ر.، (۱۳۸۹)، "بررسی مدل‌های توزیع سفر با نگرشی برمطالعات پیشین مطالعات مدیریت ترافیک"، سال پنجم، شماره۱۷.

-فصل دوم سازمان راهداری وحمل‌ونقل جاده‌ای.،"طرح مطالعه جامع حمل‌ونقل کشور"، پژوهشکده حمل‌ونقل.

-فطرس، م.ح. و صحرایی، ر. و یاوری، م.، (۱۳۹۳)، "برآورد تابع تقاضای انرژی بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران، ۱۳۹۲-۱۳۵۷"، فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، سال دوم، شواره هفتم، پاییز، ص. ۴۲-۲۳.

-قنادی‌محمدی، ف. و موسوی‌محلاتی، ل. و استواری، ا. و جواهرمنش، ف.، (۱۳۸۵)،"انتخاب ترکیب بهینه ناوگان مسافری تا سال ۱۳۸۸"، هشتمین همایش حمل‌ونقل ریلی، تهران، انجمن حمل‌ونقل ریلی، دانشگاه علم و صنعت.

- کریم‌زاده‌فرد، ر.، (۱۳۸۹)، "انتخاب پروژه‌های مطلوب در بنگاههای اقتصادی حمل ونقلی با استفاده از روش تصمیم گیری برناردو"، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

- محرابیان، آ.، (۱۳۹۲)، "بررسی عوامل موثر بر جابجایی مسافر در شبکه حمل‌ونقل ریلی در ایران"، فصلنامه علوم اقتصادی.سال هفتم، شماره بیست و دوم.

-مومنی، م.، (۱۳۸۵)،" مباحث نوین تحقیق در عملیات، تهران، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران".

-میرزایی‌خفری، س.، (۱۳۹۱)، "طراحی مدل تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای سبزیجات از مبادی اصلی تولید به سایر استانهای کشور"، نهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.

-Alison, G. And Forget, r., (2013),"drones are the future of goods transport", New Scientist, Science Direct, Vol. 219, Issue 2933, 7 September, pp. 27.

-Beaujon, G. J and Turnquist, M. A., (1991), "a model for fleet sizing and vehicle allocation. Transportation Science", Vol. 25, No. 1, pp. 19-45.

-Dodangeh, j. and Yusuff Rosnah BT M. and Jassbi, j., (2010),"Using Topsis method with Goal programming for best selection of strategic plans in BSC model", Journal of American Science, 6 (3), pp.136-142.

-Dong, J.X. and Song, D.P., (2009),"Effectiveness of an empty container repositioning policy with flexible destination ports", IFSPA, Vol. 45, No. 6, pp. 860-877.

-Li, Z. and Tao, F., (2010),"On determining optimal fleet size and vehicle transfer policy for a car rental Company", Computers & Operations Research, Vol. 37, No. 2, pp. 341-350.

-Triantaphyllou, E. and Shu, B. and Nieto Sanchez, S. and Ray, T., (1998),"Multi-criteria Decision Making: An Operation Research Approach In: Webster, J.G. (Ed.)", Encyclopedia of Electrical and Electronics Enginearing, Vol. 15, pp. 175-186.

Designing a Model for Estimating the Number and Distribution of Freight Forklift (Truck) Required for Intercity Transportation and its Optimal Distribution (Case Study: Fars Province and Khuzestan Province)

Morteza Shafiee, Associate Professor, Department of Industrial Management, Economic and Management Faculty, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.
Saeedeh Akbarpour, Ph.D., Student, Department of Industrial Management, Economic and Management Faculty, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.
Sara Bemana, M.Sc., Grad., Economic and Management Faculty, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

E-mail: ma.shafiee277@gmail.com

Received: October 2021- Accepted: May 2022

ABSTRACT
Road transport in the country with more than 90% of the transportation share is the most important transportation sector. The main objective of this paper is to estimate the number and distribution of inter-city road freight fleet and its optimal distribution in the provinces of Fars and Khuzestan, which has had a larger share in the transportation of the country. First, there was a general discussion of the problem and the importance of estimating the number and distribution of freight fleet, and then, by examining past studies, demand for transportation and demand estimation patterns were explained, and a multivariate decision making model with multi-objective integer programming approach was used to solve the problem. The problem model is composed of two objective functions, which minimizes the total cost of the system to the first objective function. These costs consist of two fixed and variable costs, which are set up costs and linear costs of sending products from distribution centers to customers, and in the second objective function, the total amount of time the products are sent from the distribution centers to customers is minimized. The required data were collected into the problem model and the model was implemented using Gams software. It was determined that for the two research provinces (Fars and Khuzestan provinces) there are 5550 required fleet units, of these, 2700 cargo fleet units should be distributed in Fars province and 2850 cargo fleet units in Khuzestan province.

Keywords: Road Freight Fleet, Freight Fleet Estimation, Interurban Transport, Optimal Distribution